

Apparatus for monitoring the cylinders of a multi-cylinder internal combustion engine

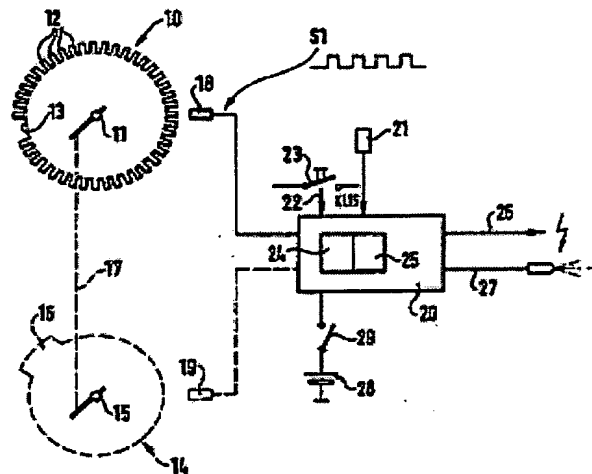
Patent number: DE19521277
Publication date: 1996-12-12
Inventor: ENTENMANN ROBERT DIPL ING [DE]; RIES-MUELLER KLAUS DIPL ING [DE]
Applicant: BOSCH GMBH ROBERT [DE]
Classification:
- international: F02D41/00; F02D43/00
- european: F02D41/34B2
Application number: DE19951021277 19950610
Priority number(s): DE19951021277 19950610

Also published as:

WO9641938 (A1)
EP0775257 (A1)
US5823166 (A1)
EP0775257 (B1)

Abstract of DE19521277

The description relates to a device for cylinder recognition in an internal combustion engine in which the rotation speed variations of individual cylinders or values dependent thereon are first stored and, when the engine is restarted, compared with the rotation speed variations then arising. Cylinders can be recognised from the results obtained from the comparison. Cylinder recognition can be used as adaptation values for detecting uneven running in connection with internal combustion engines where uneven running is to be detected.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



DEUTSCHES
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: 195 21 277.0
②2 Anmeldetag: 10. 6. 95
④3 Offenlegungstag: 12. 12. 96

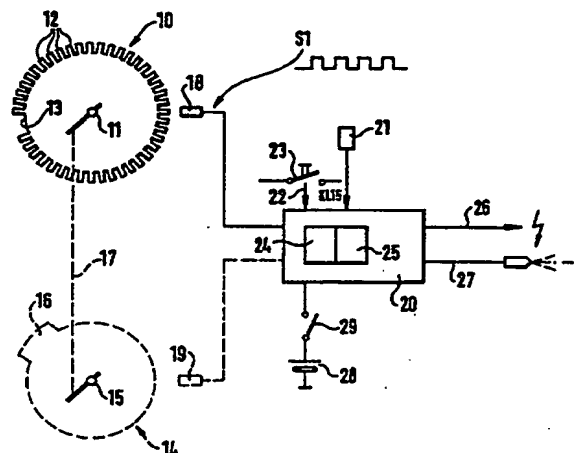
DE 195 21 277 A 1

⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Entenmann, Robert, Dipl.-Ing. (FH), 71726
Benningen, DE; Ries-Mueller, Klaus, Dipl.-Ing., 74908
Bad Rappenau, DE

⑥4 Einrichtung zur Zylindererkennung bei einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine

⑤7 Es wird eine Einrichtung zur Zylindererkennung bei einem Verbrennungsmotor beschrieben, bei der die zylinderindividuellen Drehzahlschwankungen oder von diesen abhängige Größen zunächst abgespeichert werden und beim Wiedereinschalten der Brennkraftmaschine mit den sich dann ergebenden Drehzahlschwankungen verglichen werden. Aus den erhaltenen Vergleichsergebnissen läßt sich eine Zylindererkennung durchführen. Insbesondere im Zusammenhang mit Brennkraftmaschinen, bei denen eine Laufunruhe-Erkennung durchgeführt wird, kann die Zylindererkennung ausgehend aus Anpassungswerten für die Laufunruhe-Erkennung erfolgen.



DE 195 21 277 A 1

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung zur Zylindererkennung bei einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Bei Mehrzylinder-Brennkraftmaschinen mit einer Kurbel- und einer Nockenwelle wird vom Steuergerät der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von der erkannten Lage der Kurbel- bzw. Nockenwelle berechnet, zu welchem Zeitpunkt für welchen Zylinder Kraftstoff eingespritzt werden soll und wann in welchem Zylinder eine Zündung auszulösen ist. Dabei ist es üblich, die Winkellage der Kurbelwelle mit Hilfe eines Sensors zu ermitteln, der die Kurbelwelle bzw. eine mit dieser verbundenen Scheibe mit einer charakteristischen Oberfläche, beispielsweise mit einer Vielzahl gleichartiger Winkelmarken sowie einer Bezugsmarke abtastet.

Da sich die Kurbelwelle innerhalb eines Arbeitsspiels zweimal dreht, während sich die Nockenwelle nur einmal dreht, läßt sich die Phasenlage der Brennkraftmaschine allein aus dem Kurbelwellensensorsignal nicht eindeutig bestimmen, es ist daher üblich, auch die Nockenwellenstellung mit Hilfe eines eigenen Sensors, eines sogenannten Phasensensors, zu ermitteln, wobei beispielsweise eine einzige Markierung auf einer der Nockenwelle zugeordneten Scheiben vorhanden ist, die beim Vorbeilaufen am Sensor in diesem einen Spannungsimpuls erzeugt.

Mit Hilfe einer solchen Anordnung, die beispielsweise in der DE-OS 42 30 616 beschrieben ist, läßt sich bei einer Viertaktbrennkraftmaschine eine Synchronisation zwischen Kurbel- und Nockenwelle durchführen, es ist dann möglich, durch Auswertung der beiden Signale des Kurbelwellen- und des Nockenwellensensors eine eindeutige Zylinder-Erkennung durchzuführen.

Eine Einrichtung zur Zylindererkennung bei Mehrzylinder-Brennkraftmaschinen, die keinen eigenen Phasensensor benötigt, ist aus der DE-OS 41 22 786 bekannt. Bei dieser Einrichtung werden nach dem Start der Brennkraftmaschine in bestimmten Winkelstellungen Einspritzungen in einen Zylinder ausgelöst, wobei zunächst nicht beachtet wird, ob sich die Kurbelwelle in ihrer ersten oder zweiten Umdrehung eines Arbeitsspiels befindet. Die Reaktion der Brennkraftmaschine auf diese Einspritzung, also die Änderung der Drehzahl infolge der Einspritzung wird beobachtet und in Abhängigkeit von der Drehzahländerung wird erkannt, in welcher Umdrehung sich die Kurbelwelle befindet und ob die Einspritzung beim richtigen Drehwinkel erfolgt ist.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Zylindererkennung bei einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß zur Zylindererkennung kein Phasensignal benötigt wird und daß nicht nur erkannt werden kann, in welcher Umdrehung sich die Kurbelwelle gerade befindet, sondern daß direkt eine eindeutige Zylindererkennung möglich ist.

Erzielt werden diese Vorteile, indem eine sehr exakte Analyse des Drehzahlverlaufs durchgeführt wird und brennkraftmaschinen- und zylinderindividuelle Drehzahlschwankungen, auch im Normalbetrieb, erkannt werden und zur eindeutigen Zylinderidentifikation ver-

wendet werden.

Besonders vorteilhaft ist, daß für jede Brennkraftmaschine eine zylinderspezifische Drehzahlverteilung in einem Speicher abgelegt werden kann und durch Vergleich der gemessenen Drehzahlverteilung mit der abgelegten sofort erkannt werden kann, welcher Zylinder sich in seinem oberen Totpunkt befindet.

Weiterhin ist vorteilhaft, daß die erfindungsgemäße Einrichtung auch im Zusammenhang mit einer Auslauf-erkennung einsetzbar ist und dann zur Überprüfung der aus der abgespeicherten Phasenlage ermittelten aktuellen Phasenlage verwendet werden kann. Weiterhin kann die erfindungsgemäße Einrichtung auch im Zusammenhang mit einem herkömmlichen System mit Phasensensor eingesetzt werden, damit im Falle eines Ausfalls des Phasensensors ein sicherer Notbetrieb durchgeführt werden kann.

Weitere Vorteile der Erfindung werden mit den in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen erzielt.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Im einzelnen zeigt Fig. 1 die zur Erläuterung der Erfindung erforderlichen Bestandteile einer Brennkraftmaschine, Fig. 2 beispielhaft einen Drehzahlverlauf über dem Kurbelwellenwinkel für ein Arbeitsspiel bei einer 12-Zylinder-Brennkraftmaschine und Fig. 3 ein Kennfeld für zylinderindividuelle Segmentdauerkorrekturwerte für eine Drehzahl-schwingungskompensation bei einer 12-Zylinder-Brennkraftmaschine.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Fig. 1 zeigt schematisch die zum Verständnis der Erfindung erforderlichen Bestandteile einer Brennkraftmaschine. Diese Darstellung ist beispielsweise aus der DE-OS 42 30 616 bekannt. Im einzelnen ist dabei mit 10 eine Geberscheibe bezeichnet, die starr mit der Kurbelwelle 11 der Brennkraftmaschine verbunden ist und an ihrem Umfang eine Vielzahl gleichartiger Winkelmarken 12 aufweist. Neben diesen gleichartigen Winkelmarken 12 ist eine Referenzmarke 13 vorgesehen, die beispielsweise durch zwei fehlende Winkelmarken realisiert ist.

Die Nockenwelle ist mit 15 bezeichnet. Sie dreht sich mit halber Motordrehzahl und wird von der Kurbelwelle angetrieben, dieser Antrieb wird durch die Verbindungslinie 17 symbolisiert. Bei herkömmlichen Systemen steht mit der Nockenwelle 15 eine Scheibe 14 in Verbindung, die eine Winkelmarke 16 aufweist, mit deren Hilfe ein Phasensignal erzeugt werden soll. Diese Scheibe 14 sowie die Marke 16 und der zugehörige Nockenwellensensor 19 können mit Hilfe der erfindungsgemäßen Einrichtung eingespart werden. Wird die beanspruchte Einrichtung im Zusammenhang mit einem System mit Phasensensor eingesetzt, ist eine Zylindererkennung auch noch möglich, wenn der Phasensensor bzw. Nockenwellensensor 19 defekt ist.

Die mit der Kurbelwelle 11 in Verbindung stehende Scheibe 10 wird mit Hilfe eines Kurbelwellensensors 18 abgetastet. Der Kurbelwellensensor 18 liefert ein periodisches Signal S1, das in aufbereitetem Zustand ein Rechtecksignal ist mit einem Verlauf, der der Oberfläche der Scheibe 10 entspricht.

Aus dem Ausgangssignal des Kurbelwellensensors 18 wird im Steuergerät 20 die Drehzahl der Kurbelwelle 11 bestimmt, indem die zeitliche Abfolge der Impulse des Signales S1 ausgewertet wird. Dabei ergibt sich aus dem zeitlichen Abstand gleichartiger Impulsflanken eine aktuelle Drehzahl, aus der sogenannten Segmentzeit läßt sich eine mittlere Drehzahl bestimmen. Mit Segmentzeit wird die Zeit bezeichnet, die vergeht, während sich die Kurbelwelle um einen bestimmten Winkel dreht und dieser Winkel (ein Segment) gleich 7200 KW dividiert durch die Zahl der Zylinder der Brennkraftmaschine ist. Typischerweise entspricht die Segmentzeit der Zeitdauer zwischen 2 Zündungen oder in anderen Worten der Zeitdauer bis die Kurbelwelle sich 720° dividiert durch die Zylinderanzahl gedreht hat. Es sind aber auch beliebig längere und kürzere Segmentzeiten denkbar.

Das Steuergerät 20 erhält über verschiedene Eingänge weitere, für die Steuerung bzw. Regelung der Brennkraftmaschine erforderliche Eingangsgrößen, die von verschiedenen, hier nicht näher bezeichneten Sensoren gemessen werden. Weiterhin wird über einen Eingang 22 ein "Zündung ein"-Signal zugeführt, das beim Schließen des Zündschalters 23 von der Klemme K1.15 des Zündschlosses geliefert wird.

Ausgangsseitig stellt das Steuergerät 20, das nicht näher bezeichnete Rechen- bzw. Speichermittel 24, 25 umfaßt, Signale für die Zündung und Einspritzung für näher bezeichnete Komponenten der Brennkraftmaschine zur Verfügung. Diese Signale werden über die Ausgänge 26, 27 des Steuergerätes 20 abgegeben.

Die Spannungsversorgung des Steuergerätes 20 erfolgt in üblicher Weise mit Hilfe einer Batterie 28, die über einen Schalter 29 während des Betriebes der Brennkraftmaschine sowie während einer Nachlaufphase nach Abstellen des Motors mit dem Steuergerät 20 in Verbindung steht.

Mit der in Fig. 1 beschriebenen Anordnung ist die gewünschte Zylinderidentifikation bei einem Viertaktmotor ohne Nockenwellenidentifikation, also entweder ohne Nockenwellensensor oder mit Nockenwellensensor bei einem Defekt des Nockenwellensensors, realisierbar. Voraussetzung ist dabei, daß bei einer Brennkraftmaschine, wie sie in Fig. 1 schematisch dargestellt ist, eine Verbrennungsaussetzererkennung (z. B. durch Auswertung von Drehzahlschwankungen bzw. Laufunruhe-Erkennung) stattfindet. Eine Laufunruhe-Erkennung ist aus der DE-OS 32 31 766 bereits bekannt.

Beim Betrieb des Verbrennungsmotors ergeben sich im Normalbetrieb motor- und zylinderindividuelle bzw. charakteristische Drehzahlschwankungen. Solche zylindercharakteristischen Drehzahlschwankungen werden beispielsweise durch Torsionsschwingungen der Kurbelwelle in Verbindung mit Schwingungsdämpfern an der einen Seite der Kurbelwelle und Schwungrad an der anderen Seite der Kurbelwelle verursacht. Bei hochzylindrischen Motoren können die Drehzahlamplituden, die infolge der Torsionsschwingungen auftreten, die gleichen Größenordnung erreichen wie die durch Verbrennungsaussetzer hervorgerufenen Drehzahlschwankungen. Generell schwankt die Drehzahl verbrennungsbedingt im Arbeitstakt der Brennkraftmaschine. Für einen 12-Zylinder-Motor beträgt die typische Segmentzeit bzw. Periodendauer 60° bezogen auf den Kurbelwellenwinkel. In Fig. 2 ist ein solcher Drehzahlverlauf über dem Kurbelwellenwinkel α schematisch dargestellt.

Dem theoretisch sehr gleichmäßigen Drehzahlverlauf sind die erwähnten Schwingungsamplituden überlagert.

Da diese Schwingungsanteile charakteristisch für einen bestimmten Motor sind, kann durch die Auswertung der Schwingungsamplituden der einzelnen Zylinder eine Zylinderidentifikation eindeutig durchgeführt werden. Es ist dann kein Phasensensor erforderlich bzw. bei einem System mit Phasengeber kann dabei bei dessen Ausfall ein Notlaufbetrieb realisiert werden.

Fig. 3 zeigt einen Verlauf der Schwingungsamplituden, aufgetragen als Segmentzeit Korrekturwerte SK für 60° Kurbelwinkel abhängig von der Zylindernummer Z und der Motordrehzahl n für das Beispiel eines 12-Zylinder-Motors.

Damit eine Zylindererkennung überhaupt möglich ist, werden zunächst die in Fig. 3 dargestellten zylinderindividuelle Segmentzeitkorrekturwerte ermittelt. Diese werden, wie bereits erwähnt, im Zusammenhang mit einer Schwingungskompensation für die Verbrennungsaussetzererkennung (Auswertung von Drehzahlschwankungen) ohnehin benötigt und in einem Kennfeld im Steuergerät der Brennkraftmaschine abgelegt. Die Segmentzeitkorrekturwerte können dabei z. B. ermittelt werden, indem bei gleichförmigem Betrieb die einzelnen Segmentzeiten gemessen werden und die Meßergebnisse miteinander verglichen werden. Diese Messungen können bei verschiedenen Drehzahlen und/oder Lastbedingungen durchgeführt werden und die Ergebnisse in einem Kennfeld abgelegt werden. Dabei muß sichergestellt sein, daß keine Verbrennungsaussetzer vorhanden sind. Werden Verbrennungsaussetzer erkannt, wird keine Zylindererkennung durchgeführt, da Verbrennungsaussetzer zu irregulären Drehzahlverläufen führen können. Im Fahrbetrieb werden die zylinderindividuellen Segmentdauerkorrekturwerte ebenfalls gebildet und mit den abgespeicherten verglichen.

Aus den wiedererkannten Verläufen wird die Zylindererkennung abgeleitet.

Die beschriebene Zylindererkennung läßt sich bei den verschiedensten Brennkraftmaschinen einsetzen, wobei eine Anpassung der Vorgehensweise beim Beginn der Einspritzungen bzw. Zündungen erfolgen muß. Bei einer Brennkraftmaschine mit vielen Zylindern, bei denen die Zylinder in zwei Banken angeordnet sind, kann der Ur-Start mit Bankeinspritzung erfolgen. Bei zusätzlich ruhender Hochspannungsverteilung mit Einzelfunkenspulen wird dann zunächst mit Doppelfunkensbetrieb gestartet. Dies gilt so lange bis eine Zylinderidentifikation stattgefunden hat.

Bei weiteren Starts in Verbindung mit einer Auslauferkennung, die sicherstellt, daß die nach dem Stillstand der Kurbelwelle ermittelte Winkelstellung bzw. Phasenlage beim Wiedereinschalten als richtige Position verwendet wird, kann dann sofort mit einer sequentiellen Kraftstoffeinspritzung gestartet werden.

Bei Ur-Starts oder bei Brennkraftmaschinen ohne Auslauferkennung kann eine Zylindererkennung im Normalbetrieb ohne starke Last- und Drehzahlschwankungen erfolgen, wobei davon ausgegangen wird, daß keine Verbrennungsaussetzer vorliegen. Bei Wiederholstarts kann zur Überprüfung der gespeicherten Phasenlage eine derartige Vorgehensweise ebenfalls erfolgen.

Weiterhin ist eine Erfassung der zylinderindividuellen Drehzahlamplituden unter Umständen last- und drehzahlabhängig möglich. Der Vergleich mit entsprechenden Kennfeldwerten kann ausgedehnt werden in eine Mustererkennung oder die Erkennung mittels eines euklidischen Abstandes.

Vor der Erstinbetriebnahme der Brennkraftmaschine kann ein beispielsweise auf einem Prüfstand ermittelter

für die BKM typischer Drehzahlverlauf aufgenommen und in einem Datenspeicher abgelegt werden. Ausgehend von diesem gespeicherten Drehzahlverlauf kann dann die Zylindererkennung nach dem Einschalten der BKM erfolgen.

Nach durchgeführter Zylinderidentifikation kann das Steuergerät Maßnahmen einleiten, beispielsweise kann eine Umschaltung von Gruppen- auf Einzelspritzung erfolgen und es kann die Zündung von Doppelfunkenauf Einzelfunkens-Betrieb umgeschaltet werden.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Zylindererkennung bei einer Brennkraftmaschine mit einem Steuergerät zur Steuerung der sich zyklisch wiederholenden Betriebsvorgänge, insbesondere Zünd- und/oder Einspritzvorgänge, wobei von einem Kurbelwellensensor Signale abgegeben werden, die eine, bezogen auf einen Arbeitstakt der Brennkraftmaschine mehrdeutige Winkelstellung der Kurbelwelle erkennen lassen, wobei ausgehend aus den Signalen des Kurbelwellensensors die Drehzahl der Kurbelwelle ermittelbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Einschalten der Brennkraftmaschine der Verlauf der Drehzahl oder eine von diesem Verlauf abhängige Größe über wenigstens ein Arbeitsspiel der Brennkraftmaschine ermittelt und abgespeichert wird und beim Wiedereinschalten der Brennkraftmaschine der Drehzahlverlauf erneut ermittelt wird und mit dem abgespeicherten Drehzahlverlauf verglichen wird, zur Erkennung von zylindercharakteristischen Drehzahlschwankungen und damit zur Zylinderidentifikation.
2. Einrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Erstinbetriebnahme der Brennkraftmaschine ein für die BKM typischer Drehzahlverlauf gemessen und in einen Datenspeicher abgelegt wird und dieser Drehzahlverlauf beim Wiedereinschalten mit dem aktuellen Drehzahlverlauf zur Zylindererkennung verglichen wird.
3. Einrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von der Zylinderzahl abhängige, als Segment bezeichnete, zylinderspezifische Kurbelwinkelbereiche definiert werden, daß für jedes Segment die Segmentdrehzahl ermittelt und abgespeichert wird und ein Vergleich der gespeicherten Werte mit den aktuell ermittelten Segmentdrehzahlen zur Zylindererkennung erfolgt.
4. Einrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich eine Verbrennungsaussetzererkennung erfolgt und eine Zylindererkennung nicht durchgeführt wird, wenn Verbrennungsaussetzer erkannt werden.
5. Einrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Laufunruhe-Erkennung erfolgt, wobei dazu die segmentspezifischen Drehzahlschwankungen ermittelt werden, wobei Segmentkorrekturwerte gebildet werden und die Zylindererkennung ausgehend aus solchen Segmentkorrekturwerten erfolgt.
6. Einrichtung zur Zylindererkennung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmentkorrekturwerte als Segmentzeitkorrekturwerte ausgegeben werden.

7. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Brennkraftmaschine mit Auslauferkennung, bei der die nach dem Stillstand der Kurbelwelle ermittelte Kurbelwellenposition beim Neustart berücksichtigt wird, eine Überprüfung erfolgt, ob die angenommene Kurbelwellenstellung und damit Zylinderlage mit der tatsächlich ermittelten übereinstimmt und bei erkannter Abweichung eine Korrektur erfolgt.

8. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach Abschluß der Zylindererkennung die üblichen Einspritz- und Zündprogramme eingeleitet werden.

9. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie bei einer Brennkraftmaschine eingesetzt wird, die zusätzlich einen Nockenwellensensor aufweist, der ein eindeutiges Phasensignal abgibt, wobei bei Ausfall dieses Nockenwellensensors ein Notlaufbetrieb eingeleitet wird, bei dem die Zylindererkennung aus den zylinderspezifischen Drehzahlschwankungen erfolgt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

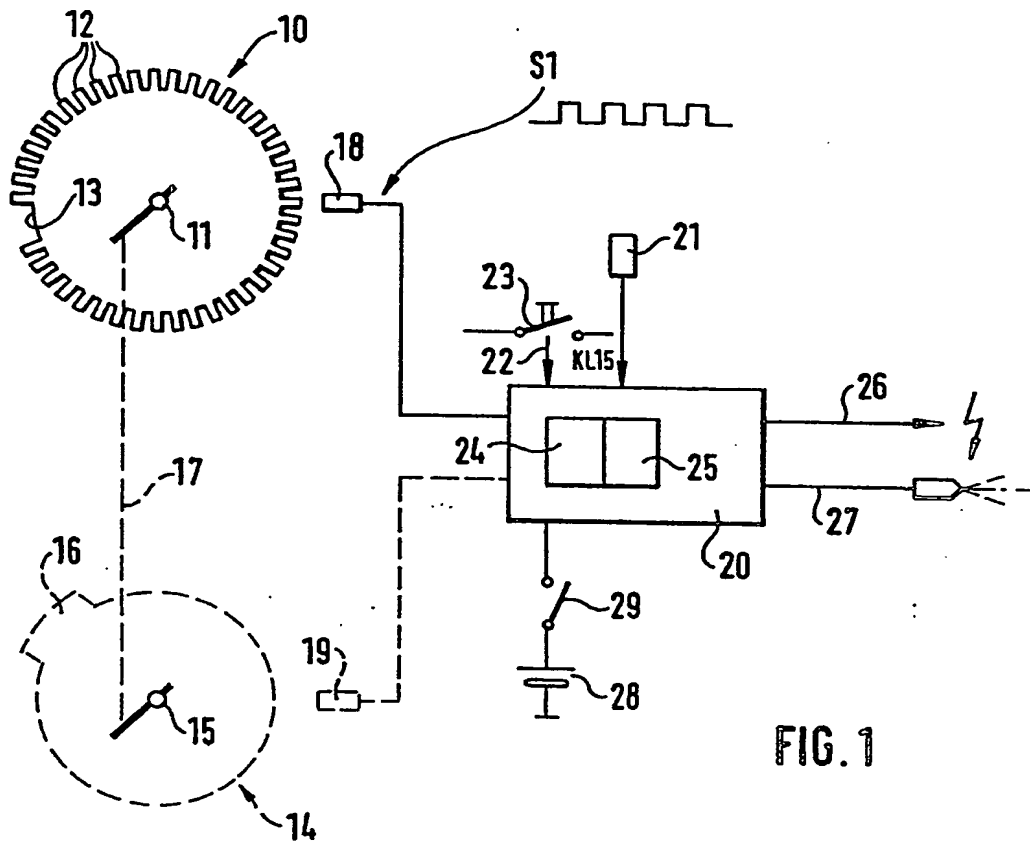


FIG. 1

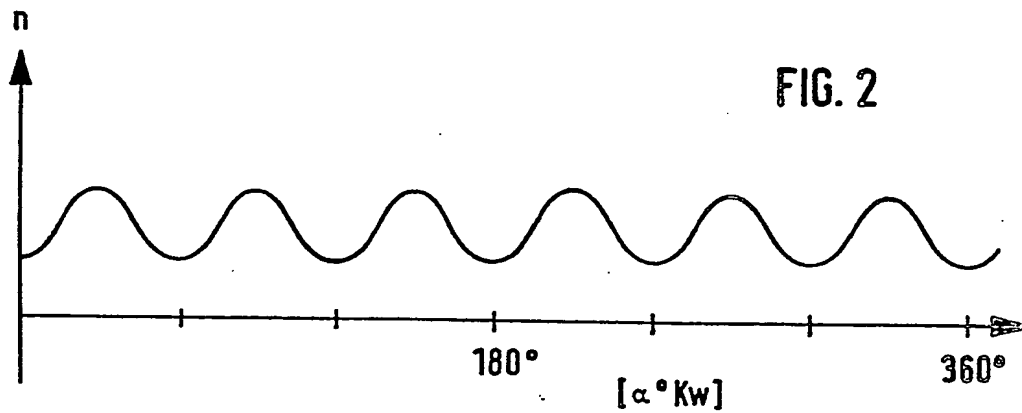


FIG. 2

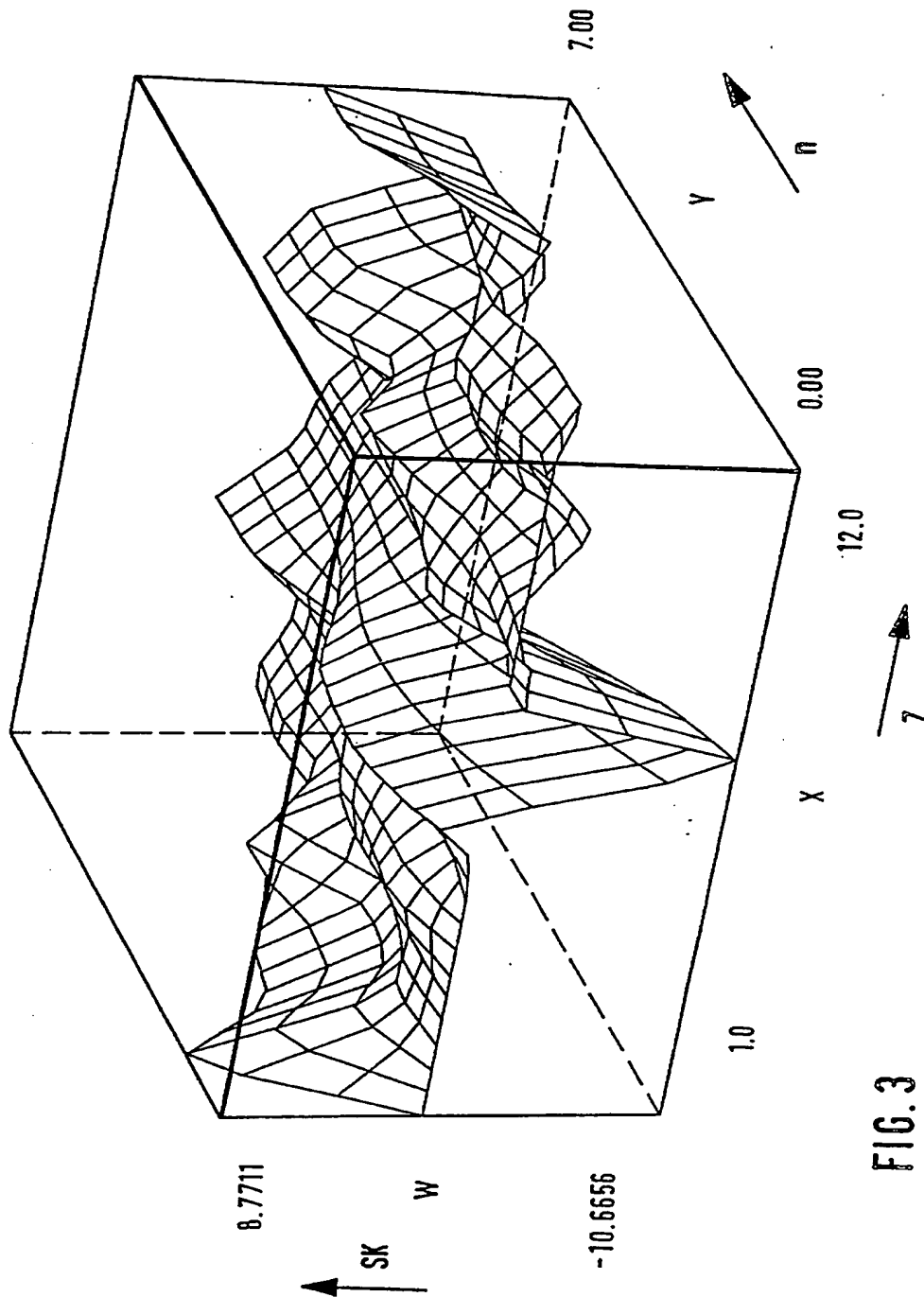


FIG. 3